

# KONDISI EKOLOGI MAKROBENTOS PADA EKOSISTEM HUTAN MANGROVE DAN LAUT DESA HANURA KECAMATAN PADANG CERMIN PROVINSI LAMPUNG

Willem Siegers<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan & Ilmu Kelautan Uniyap

## ABSTRACT

Mangrove forest waters is an area that always affected by seawater tide; soft and always wet substrate with rich of organic materials. Mangrove forest water is very sensitive to anthropogenic disturbance. Thus, it will increase the amount of dissolve organic materials on surface, body, and bottom of sediment waters which will affect the physical-chemical condition of waters and macrobenthos community. The aim of this study is to describe ecological condition of macrobenthos in mangrove forest through diversity index, similarity index, and dominance index; describe physical-chemical parameter condition of interstitial waters on mangrove sediment and seawater; analyze organic materials inputs from mangrove leaves against macrobenthos abundance. This research was conducted in mangrove forest Hanura Village, Padang Cermin Sub-district, Lampung Province; from February-June 2012; using quadrat transect. Linier regression analysis shows that have different for physical-chemical parameter of interstitial water on mangrove sediment. Some macrobenthos have correlated with physical-chemical interstitial water on the mangrove sediment with value  $R^2 > 50\%$ . Coefficient determinan test indicate *Anadara ferruginea* ( $R^2 = 57,9\%$ ) and *Chicoreus torrefactus* ( $R^2 = 56,2\%$ ) have a real correlation with interstitial water in mangrove sediment and seawater. Coefficient correlation value *Anadara ferruginea* is (76,1%) and *Chicoreus torrefactus* is (75,0%) was shown linier relationship between macrobenthos and parameter physical-chemical waters.

Keywords: Macrobenthos community, mangrove and seawater, physical-chemical of water

## PENDAHULUAN

Perairan pantai Desa Hanura sebagian besar ditumbuhi hutan mangrove dan merupakan salah satu kawasan yang subur karena menda-

pat masukan bahan organik dari air sungai yang membawa limbah pertanian, aktivitas budidaya ikan laut berupa sisa pakan yang mengendap di dasar perairan serta materi organik serasah daun mangrove pada dasar hutan. Menurut Kustanti (2011), hutan mangrove memiliki nilai penting sebagai kunci utama penyediaan makanan bagi organisme yang tinggal di sekitar mangrove seperti udang, kepiting,

Korespondensi:

<sup>1</sup> Willem Siegers, Program Studi Budidaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Yapis Papua. Alamat: Jl. Sam Ratulangi No. 11 Dok V Atas, Kota Jayapura Provinsi Papua. E-mail: hendrySiegers@gmail.com

ikan dan organisme lainnya. Mangrove merupakan daerah mencari makanan (*feeding ground*) bagi organisme-organisme yang ada di dalamnya. Hutan mangrove dijadikan sebagai tempat berkumpul dan tempat persembunyian (*nursery ground*) terutama bagi anak udang, anak ikan dan biota laut lainnya. Selain itu juga sebagai tempat yang baik dan ideal bagi proses pemijahan (*spawning ground*) biota laut yang ada di dalamnya.

Perairan hutan mangrove sangat rentan terhadap gangguan lingkungan yang mengarah pada kerusakan, apabila tidak bisa mengurangi kegiatan antropogenik yang terus terjadi. Salah satu hal yang sering mengalami perubahan dan ancaman yang sangat serius adalah terjadinya perubahan fisika-kimia perairan yang banyak menerima masukan bahan organik baik dari darat maupun laut sehingga berdampak semakin meningkatnya sedimen lumpur, perubahan air laut menjadi keruh sehingga mengubah fungsi ekologi hutan mangrove. Pengaruh penurunan berbagai parameter lingkungan akan sangat jelas dilihat pada komposisi struktur komunitas makrobentos. Menurut Prasetyo *et al.* (2000) bahwa hewan-hewan makrobentos dapat dianggap lebih mencerminkan adanya perubahan-perubahan faktor lingkungan pada suatu ekosistem perairan. Dengan adanya hal tersebut maka perlu dilakukan suatu penelitian untuk mengetahui kondisi ekologi habitat pada perairan hutan mangrove Desa Hanura Lampung Selatan, dengan melakukan pengukuran parameter fisika dan kimia air interstrial pada sedimen mangrove dan air laut serta parameter biologi makrobentos.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian dilaksanakan pada hutan mangrove Desa Hanura, Kecamatan Padang Cermin Kabupaten Pesawaran Lampung Selatan. Secara geografis, kabupaten ini terletak pada 105°13'45"-105°15'0"BT dan 5°31'15"-5°32'30"LS. Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari sampai Juni 2012. Pada masing-masing stasiun yang sudah ditentukan titik koordinat, ditempatkan transek kuadrat 1 x 1 meter, yang di dalamnya terdapat 16 sub unit (ukuran 25 x 25 cm) jarak antar transek kuadrat 10 meter. Transek garis dibuat sepanjang 20 meter secara vertikal menuju ke arah mangrove dan 30 meter ke arah laut. Pengambilan sampel makrobentos sebanyak 4 kali pengulangan secara acak dengan menggunakan core PVC.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survey. Data yang diperoleh di analisis secara Deskriptif kuantitatif (Nazir, 2005). Analisa data menggunakan program SPSS 15,0 dan Minitab 15. Program ini difungsikan untuk melihat korelasi dan pengaruh antara variabel tetap (Y) dengan variabel bebas (X) berupa hasil analisa regresi linear berganda. Analisis struktur komunitas makrobentos yaitu dengan mengetahui indeks keanekaragaman jenis makrobentos digunakan rumus Shannon dan Wiener, indeks keseragaman jenis, indeks dominansi dan kelimpahan jenis.

## **Struktur Komunitas Makrobentos**

Identifikasi makrobentos menggunakan buku identifikasi Gosner (1971); Hansson & Afzelius

(1974); Dance (1977) yang mengidentifikasi dari tingkat kelas, famili, genus dan spesies. Hasil indentifikasi ini dianalisa dengan perhitungan Indeks keanekaragaman jenis Shannon dan Wiener ( $H'$ ), indeks keseragaman jenis ( $E$ ), indeks dominansi ( $C$ ) dan indeks kepadatan jenis ( $X_i$ ).

### Indeks Keanekaragaman Jenis

$$[ H' = - \left( \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i \right) ]$$

Keterangan :

$S$  = jumlah spesies

$H'$  = Indeks keanekaragaman shannon - wiener

$P_i$  =  $n_i/N$

$N$  = jumlah total individu

### Indeks Keseragaman Jenis

Untuk mengetahui keseragaman (Equitabilitas) makrobentos yaitu penyebaran individu antar spesies yang berbeda digunakan indeks Equitabilitas (Krebs, 1989).

$$[ E = \frac{H'}{H_{max}} ]$$

Keterangan :

$E$  = indeks keseragaman evenness

$H'$  = indeks keanekaragaman

$H_{max}$  =  $\ln S$

$S$  = jumlah spesies

Untuk menggambarkan keseragaman digunakan indeks keseragaman Evenness dengan nilai berkisar antara 0-1. Semakin kecil nilai  $E$ , semakin kecil pula keseragaman populasi yang berarti penyebaran jumlah individu setiap spesies tidak sama dan ada

kecenderungan satu spesies mendominasi. Nilai  $E$  kurang dari 0,4 menunjukkan keseragaman yang rendah, nilai yang berkisar antara 0,4-0,6 menunjukkan keseragaman sedang, sedang apabila nilai  $E$  lebih dari 0,6 berarti keseragaman tinggi (Krebs, 1989).

### Indeks Dominansi

Untuk melihat dominansi spesies tertentu pada suatu populasi digunakan indeks dominansi Simpson (Krebs, 1989) yang dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$[ C = \frac{1}{\sum \left[ \frac{n_i^2}{N} \right] } ]$$

Keterangan :

$C$  = indeks dominansi Simpson

$n_i$  = jumlah individu ke- $i$

$N$  = jumlah total individu

Nilai indeks dominansi berkisar antara 0-1. Nilai indeks dominansi kurang dari 0,4 berarti dominansi parsial rendah, antara 0,4-0,6 menunjukkan dominansi parsial sedang dan lebih dari 0,6 berarti dominansi parsial tinggi.

### Kelimpahan Jenis

Kelimpahan jenis dihitung dengan formulasi berikut :

$$[ X_i = \frac{N_i}{A} ]$$

Keterangan :

$X_i$  = kelimpahan jenis ke- $i$  (ind/m<sup>2</sup>)

$N_i$  = jumlah individu spesies ke- $i$

$A$  = luas permukaan pengambilan sampel (m<sup>2</sup>).

## Hubungan Parameter Fisika-Kimia Air Interstisial Pada Sedimen Mangrove dan Air Laut Terhadap Struktur Komunitas Makrobentos

Analisa untuk melihat hubungan parameter fisika-kimia air interstisial pada sedimen mangrove dan air laut terhadap struktur komunitas makrobentos dilakukan dengan menggunakan:

Analisa Regresi Linier berganda menurut Walpole (1993) dengan rumus

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_n X_{ni} + \epsilon_i$$

rumus pendugaannya adalah :

$$Y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_n X_n$$

Keterangan :

Y = Struktur komunitas makrobentos sebagai variable terikat

X = Parameter fisika-kimia air interstisial pada sedimen mangrove dan air laut sebagai variabel bebas

Bo = intersep

b1, b2, b3 = koefisien regresi

Korelasi linear momen-hasil kali Pearson menurut (Walpole, 1993) dengan rumus sebagai berikut :

r =

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - (\sum_{i=1}^n x_i)(\sum_{i=1}^n y_i)}{\sqrt{[n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2][n \sum_{i=1}^n y_i^2 - (\sum_{i=1}^n y_i)^2]}} = b \frac{s_x}{s_y}$$

Keterangan :

r = koefisien korelasi

n = jumlah data pengamatan

y<sub>i</sub> = struktur komunitas makrobentos

x<sub>i</sub> = parameter fisika-kimia perairan

b = slope

s = sidik ragam

Berdasarkan analisis regresi diperoleh bahwa :

$$JKG = (n-1)(s^2 y - b^2 s^2 x)$$

Dengan membagi kedua sisi persamaan ini dengan  $(n-1)s^2 y$ , kita memperoleh hubungan yaitu :

$$R^2 = 1 - \frac{JKG}{(n-1)s^2 y}$$

Karena JKG dan  $s^2 y$  keduanya tidak pernah negatif, maka kita simpulkan bahwa  $R^2$  nilainya pasti adalah 0 dan 1. Akibatnya, r mungkin mengambil nilai dari -1 sampai +1. Nilai r = -1 akan terjadi apabila JKG = 0 dan semua titik contoh terletak pada satu garis lurus yang mempunyai kemiringan negatif. Bila titik contoh terletak pada satu garis lurus dengan kemiringan positif, maka JKG = 0 dan kita memperoleh nilai r = +1. Jadi hubungan linear sempurna terdapat antara nilai-nilai X dan Y dalam contoh, apabila r = +1 atau -1. Bila r mendekati +1 atau -1, hubungan antara kedua peubah itu kuat dan kita katakan terdapat korelasi yang tinggi antara keduanya, apabila r mendekati nol, hubungan linear antara X dan Y sangat lemah atau mungkin tidak ada sama sekali (Walpole, 1993).

Nilai koefisien determinan ( $R^2$ ) digunakan untuk mengetahui keeratan dari peubah X dan Y. Kisaran nilai  $R^2$  yaitu antara 0-1. Jika nilainya lebih besar dari 0,5 atau mendekati 1, maka dapat diartikan bahwa X memiliki peranan terhadap Y. Besarnya peranan X dan Y, ditelaah dengan sidik ragam regresi. Jika F hitung lebih besar dari F-tabel berarti peubah X memberikan pengaruh terhadap peubah Y, demikian pula sebaliknya jika F-hitung lebih kecil dari F-tabel peubah

X tidak memberikan pengaruh terhadap peubah Y.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pasokan air interstisial pada masing-masing stasiun mempunyai penyebaran yang berbeda-beda. Pasokan air interstisial ini dipengaruhi oleh pasang surut air laut dan air tawar yang mengalir pada sungai di waktu tertentu saat terjadinya hujan, bermuara ke laut bercampur pada saat air pasang serta mengalami penyerapan kedalam substrat tanah saat surut. Pengambilan sampel air interstisial pada sedimen mangrove sedalam 20 cm menggunakan *core* PVC, hal ini memiliki keeratan terhadap parameter fisika-kimia perairan yang terjadi di hutan mangrove. Sedangkan sampel air laut diambil pada saat air pasang. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan bahwa ke tiga stasiun penelitian mempunyai substrat lumpur yang berbeda, terdiri atas sedimen berlumpur halus lunak, berlumpur pasir dan berpasir. Tipe substrat yang cocok untuk pertumbuhan mangrove adalah lumpur lunak, yang mengandung *silt clay* dan bahan-bahan organik yang lembut (Kordi, 2012). Sedangkan kandungan fisika-kimia air laut diketahui dengan pengambilan sampel air pada saat air laut pasang. Beberapa parameter fisika-kimia air interstisial pada sedimen mangrove dan air laut, yang perlu diketahui adalah sebagai berikut :

### Suhu

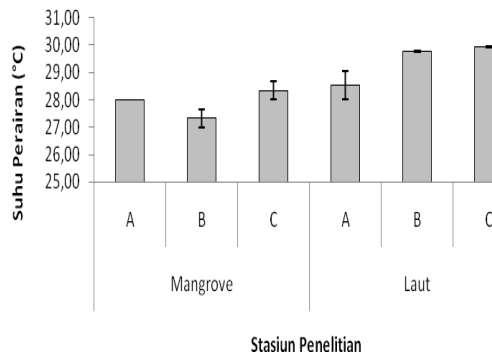
Hasil analisis rata-rata suhu air interstisial pada sedimen mangrove ke tiga stasiun penelitian berkisar  $27,3 \pm 0,33 - 28,3 \pm 0,33^{\circ}\text{C}$ , suhu

terendah terdapat pada stasiun B. Rendahnya suhu air interstisial pada sedimen mangrove, disebabkan pengukuran dalam hutan mangrove yang intensitas cahaya matahari sedikit menembus sampai kedalam hutan dan pengaruh angin. Sedangkan rata-rata suhu air laut berkisar antara  $29,7 \pm 0,53 - 29,9 \pm 0,03^{\circ}\text{C}$ , Suhu air laut tidak berbeda antara ke tiga stasiun penelitian, cenderung tinggi. Hal ini karena letak lokasi penelitian pada daerah terbuka dan tidak ditumbuhi mangrove sehingga penetrasi cahaya matahari sangat maksimal pada permukaan air (Gambar 1).

Gambar 1 menunjukkan bahwa suhu rendah terdapat pada air interstisial sedimen mangrove untuk semua stasiun, disebabkan air interstisial berada pada lapisan sedimen bawah memiliki suhu relatif rendah. Hal ini bisa saja terjadi karena perbedaan suhu antara lapisan di atas dan di bawah. Suhu air interstisial di dalam sedimen, kelembaban sedimen tanah serta angin yang bertiup cukup tinggi pada hutan mangrove. Menurut Wang *et al.* (2003), angin sekitar teluk dipengaruhi dua pola musiman yang khas yaitu periode dingin dan musim kemarau dengan berlaku angin kuat, tetapi sering terganggu oleh perputaran angin.

Menurut Kordi (2012), suhu yang baik untuk kehidupan mangrove adalah tidak kurang dari  $20^{\circ}\text{C}$ , sedangkan kisaran musiman suhu tidak melebihi  $5^{\circ}\text{C}$ . Suhu yang tinggi ( $>40^{\circ}\text{C}$ ) cenderung tidak mempengaruhi pertumbuhan dan kehidupan tumbuhan mangrove. Karena tanaman mangrove berada di air atau berada di lingkungan yang selalu basah, tentu jarang terjadi perubahan suhu air

yang ekstrim yang membahayakan kehidupan tumbuhan mangrove. Sedangkan pengaruh suhu untuk biota makrobentos itu sendiri masih berada pada kisaran yang sesuai untuk kehidupan gastropoda, bivalvia dan kelompok bentos yang lain.



Gambar 1. Histogram rata-rata suhu air interstisial pada sedimen mangrove dan air laut. Tanda bar menunjukkan standar diviasi.

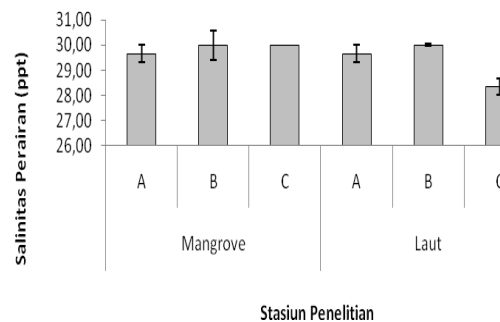
### Salinitas

Analisis rata-rata salinitas air interstisial pada sedimen mangrove stasiun penelitian berkisar  $29,7 \pm 0,33$  -  $30,0 \pm 0,58$  ppt, salinitas terendah terdapat pada stasiun A ( $29,7 \pm 0,33$  ppt). Hal ini disebabkan lokasi penelitian selalu dipengaruhi oleh pasang surut air laut yang membawa air tawar bercampur menjadi satu dan vegetasi mangrove cukup rapat sehingga penguapan cukup rendah. Sedangkan rata-rata salinitas air laut berkisar  $28,3 \pm 0,33$  -  $30,0 \pm 0,00$  ppt. Salinitas tertinggi terdapat pada stasiun B ( $30,0 \pm 0,00$  ppt). Hal ini disebabkan pengaruh masukan air sungai sangat kecil pada saat pengambilan sampel dan penguapan yang tinggi akibat tidak terdapatnya vegetasi mangrove (Gambar 2).

Perbedaan tinggi rendahnya salinitas air laut karena posisinya

selalu terpengaruh aktivitas darat dan faktor alami seperti tingginya curah hujan pada musim-musim tertentu yang membawa air tawar ke perairan laut melalui sungai, tinggi rendahnya penguapan air laut sebagai faktor pembatas tergantung dari sedikit banyaknya vegetasi mangrove dan terjadinya akumulasi bahan organik serasah mangrove pada dasar perairan. Menurut Nybakken (1993), perubahan salinitas pada zona intertidal akan menimbulkan masalah tekanan osmotik bagi organisme intertidal yang kebanyakan menunjukkan toleransi yang terbatas terhadap perubahan salinitas. Kisaran yang masih dapat ditolerir oleh hewan makrobentos adalah salinitas 15-30 ppt.

Ada beberapa jenis tumbuhan mangrove memiliki mekanisme adaptasi yang tinggi terhadap salinitas, namun bila suplai air tawar tidak tersedia, hal ini akan menyebabkan kadar garam tanah dan air mencapai kondisi ekstrim sehingga mengancam kelangsungan hidup (Dahuri, 2003; Kordi, 2012).



Gambar 2. Histogram rata-rata salinitas air interstisial pada sedimen mangrove dan air laut. Tanda bar menunjukkan standar diviasi

Nilai salinitas ini akan mempengaruhi penyebaran dari biota makrobentos dan pada umumnya biota makrobentos yang hidup pada

daerah hutan mangrove dan perairan laut mempunyai toleransi tinggi terhadap perubahan salinitas. Selain itu salinitas juga akan mempengaruhi proses fisiologi dari hewan bentos tersebut.

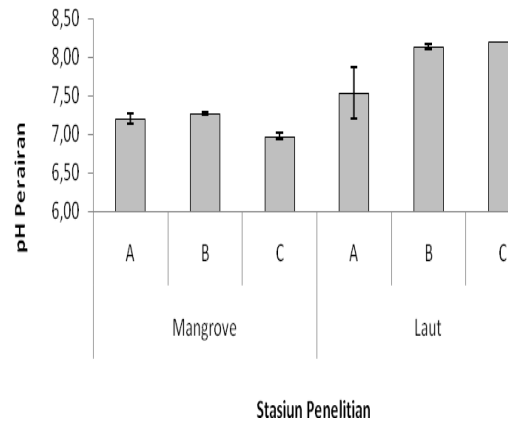
### Derajat Keasaman (pH)

Analisis pH air interstisial pada sedimen mangrove ke tiga stasiun penelitian berkisar  $7,0 \pm 0,04$ – $7,3 \pm 0,02$ . Nilai tersebut masih berada pada kisaran normal. Hal yang sama juga terjadi pada rata-rata pH air laut berkisar antara  $7,5 \pm 0,34$ – $8,2 \pm 0,00$  termasuk kategori tinggi (Gambar 3).

Rata-rata nilai pH air interstisial pada sedimen mangrove dengan air laut berbeda. Tinggi dan rendahnya perbedaan nilai rata-rata pH terjadi karena pengaruh nitrifikasi pada perairan. Nitrifikasi ini dapat diminimalisir oleh arus pasang yang bercampur dengan sedimen, sehingga pada saat surut hampir sebagian besar zat asam tersebut mengendap di dalam sedimen. Menurut Marchand *et al.* (2003), karakterisasi lingkungan fisika dan kimia dengan nilai pH yang lebih asam ditemukan di lapisan permukaan sedimen, hal ini dapat disebabkan oleh oksidasi besi sulfida lebih dominan dengan pelepasan oksigen dari tanaman, terutama di lapisan permukaan. Dengan demikian, penurunan potensi redoks dengan kedalaman mungkin terkait untuk kerapatan yang lebih rendah dari akar tanaman dilapisan lebih dalam.

Ritvo *et al.* (2003) menyatakan bahwa reaksi reduksi kebanyakan melibatkan konsumsi ion hidrogen menyebabkan peningkatan pH. Nilai pH pada suatu perairan akan mempengaruhi sebaran faktor kimia perairan. Hal ini juga

akan mempengaruhi sebaran organisme yang metabolismenya bergantung pada sebaran faktor-faktor kimia tersebut (Odum, 1993).



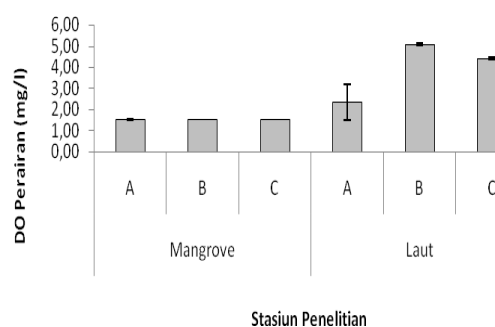
Gambar 3. Histogram rata-rata pH air interstisial pada sedimen mangrove dan air laut. Tanda bar menunjukkan standar diviasi

### Oksigen Terlarut (DO)

Analisis rata-rata oksigen terlarut (DO) air interstisial pada sedimen mangrove untuk semua stasiun penelitian tidak berbeda yaitu  $1,52 \pm 0,01$ – $1,53 \pm 0,00$  mg/l. Kandungan rata-rata DO air interstisial pada sedimen mangrove cukup rendah. Sedangkan rata-rata kandungan oksigen terlarut (DO) pada air laut cukup tinggi berkisar  $2,35 \pm 0,83$ – $5,10 \pm 0,06$  mg/l. Kandungan oksigen terlarut pada stasiun B arah laut ( $5,10 \pm 0,06$  mg/l) masih termasuk dalam kisaran normal sedangkan stasiun A arah mangrove ( $1,52 \pm 0,01$  mg/l) kandungan oksigen terlarutnya rendah (Gambar 4).

Kandungan oksigen terlarut air interstisial pada sedimen mangrove cenderung lebih rendah dari pada air laut. Tinggi dan rendahnya kandungan oksigen terlarut terjadi karena substrat tanah banyak terdiri atas endapan lumpur halus berwarna

hitam yang berasal dari pembusukan serasah mangrove maupun sedimen lumpur dari darat, yang mengalami pencampuran menjadi satu saat pasang dan surut air laut. Sumbangan bahan organik baik dari darat dan alami ini banyak menghasilkan bahan organik berupa lumpur yang cenderung lebih tinggi, sehingga kebutuhan oksigen terlarut juga relatif lebih kecil. Endapan lumpur yang lunak dan halus ini mungkin saja tidak memberikan ruang atau sedikit terjadinya penguraian oksigen terlarut ke tanah. Konsentrasi oksigen terlarut bervariasi menurut waktu, musim, kesuburan tanah dan organisme akuatik. Konsentrasi oksigen terlarut harian tertinggi dicapai pada siang hari dan rendah pada malam hari (Rachmawani, 2007). Rendahnya kandungan oksigen terlarut pada hutan mangrove, erat hubungannya dengan tingkat pengendapan sedimen lumpur yang cukup tinggi sehingga menyebabkan kekeruhan perairan, perbedaan suhu serta salinitas yang tinggi. Konsentrasi oksigen terlarut dalam perairan dipengaruhi oleh berbagai faktor diantaranya suhu, salinitas serta proses dekomposisi dan respirasi organisme (Tis'in, 2008).



Gambar 4. Histogram rata-rata oksigen terlarut (DO) air interstisial pada sedimen mangrove dan air laut. Tanda bar menunjukkan standar diviasi

## Struktur Komunitas Makrobentos

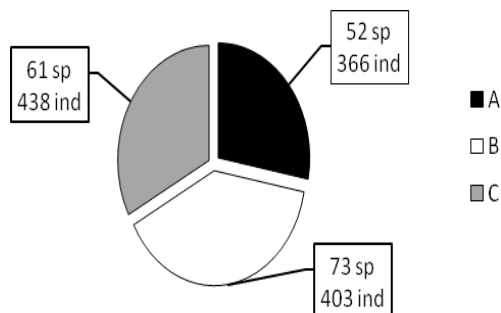
### Komposisi dan Sebaran Makrobentos

Komposisi spesies makrobentos yang ditemukan pada ke tiga lokasi penelitian terdiri atas 46 famili, 72 genera, 4 kelas dan 95 spesies. Jumlah total individu yang ditemukan pada ketiga lokasi sebanyak 1207 individu. Spesies makrobentos sangat beragam, dengan jumlah spesies paling banyak ditemukan di stasiun B (73 spesies) dan paling sedikit ditemukan di stasiun A (52 spesies). Jumlah spesies yang banyak di stasiun B tidak menunjukkan jumlah individu yang banyak pula, karena jumlah individu yang paling banyak terdapat di stasiun C (438 individu) dan jumlah individu paling sedikit terdapat di stasiun A (366 individu). Jumlah spesies dan jumlah individu pada masing-masing lokasi ditunjukkan pada Gambar 5.

Kondisi fisika-kimia lingkungan mangrove dan air laut lebih berpengaruh terhadap kepadatan infauna (bivalvia) dan epifauna (gastropoda) dibandingkan pengaruh hutan mangrove dan bahan organik serasah mangrove dimana biota tersebut ditemukan. Oleh sebab itu makrobentos yang berasosiasi dengan hutan mangrove dan air laut yang berbeda tipe habitatnya dan berbeda dari kandungan sedimen lumpurnya, dapat ditemukan beberapa spesies makrobentos yang sama. Hal ini dapat dilihat bahwa makrobentos yang ditemukan pada ketiga stasiun penelitian baik pada sedimen mangrove dan laut memiliki komposisi spesies yang bervariasi. Menurut Cappenberg & Panggabean (2005), selain pemangsaan atau kompetitor, lingkungan fisik dan



kimia perairan yang kurang baik dapat menyebabkan terjadinya perbedaan dalam hal kepadatan maupun jumlah jenis. Pada stasiun A (Desa Sidodadi) arah mangrove ditemukan (58 ind, 21 sp) sedangkan arah laut ditemukan (308 ind, 43 sp), kemudian stasiun B (Teluk Lampung) arah mangrove ditemukan (105 ind, 28 sp) dan arah laut (298 ind, 60 sp) sedangkan stasiun C (Desa Hanura) ditemukan (102 ind, 19 sp) arah mangrove dan arah laut (336 ind, 61 sp) biota makrobentos.



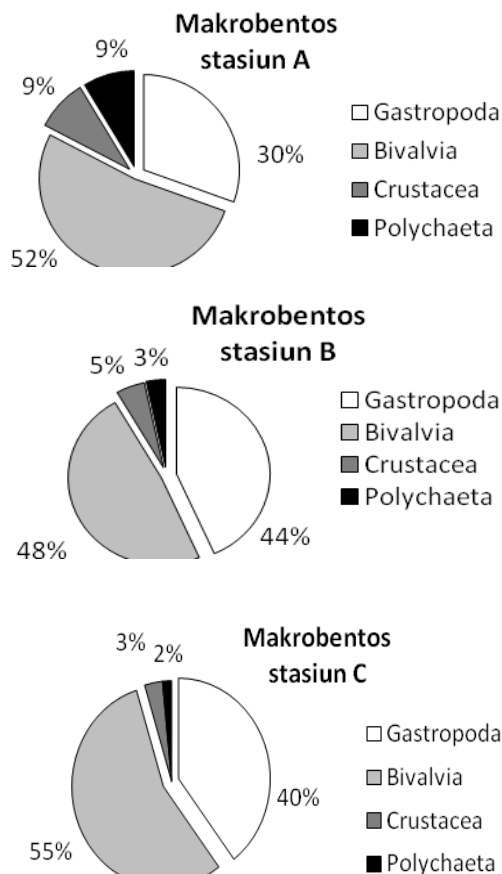
Gambar 5. Komposisi spesies (sp) dan jumlah individu (ind) biota makrobentos pada masing-masing stasiun penelitian

Komposisi kelas makrobentos yang ditemukan selama pengambilan sampel terdiri dalam empat kelas, yaitu gastropoda, bivalvia, krustacea dan polychaeta. Jumlah individu makrobentos yang didapat pada masing-masing stasiun menunjukkan nilai yang berbeda-beda. Nilai persentase komposisi kelas makrobentos pada stasiun penelitian dapat dilihat pada Gambar 6. Kehadiran jenis makrobentos pada semua stasiun di dominasi oleh kelas bivalvia, juga ditemukan jenis makrobentos dari kelas gastropoda yang memiliki persentase tinggi pada stasiun B sebesar (44%). Sedangkan kelas krustacea dan polychaeta

ditemukan dalam jumlah persentase jenis yang rendah untuk semua stasiun pengamatan.

Komposisi kelas makrobentos yang paling banyak didapat adalah jenis bivalvia dengan persentase tertinggi terdapat pada stasiun C (55%) dan terendah pada stasiun B (48%). Jenis yang banyak ditemukan adalah genus *Donax* sp., *Callista* sp. Sedangkan kelompok gastropoda memiliki persentase tertinggi kedua, terdapat di stasiun B (44%) sedangkan persentase terendah terdapat pada stasiun A (30%) ditemukan genus *Cerithium* sp. dan *Terebralia* sp. Tallmark (1980) menyatakan bahwa secara keseluruhan gastropoda menunjukkan adaptasi khusus pada beberapa lingkungan yang berbeda-beda di pesisir non-pasang surut, sedimen dasar yang lembut. Gastropoda, khususnya yang berukuran kecil (15 mm) sangat tertarik pada substrat yang kaya detritus, sedangkan yang lebih besar berkumpul di kanion. Perubahan dalam kebiasaan makan dapat menjadi faktor yang mempengaruhi kompetisi intraspesifik antara gastropoda kecil dan besar. Kelompok krustacea dengan persentase tertinggi terdapat pada stasiun A (9%) sedangkan persentase terendah pada stasiun C (3%). Pada kedua stasiun ini tidak ada jenis yang dominan karena jumlah jenis yang hadir cukup kecil, sedangkan kelompok Polychaeta dengan persentase tertinggi terdapat pada stasiun A (9%). Sedangkan persentase terendah terdapat pada stasiun C (2%). Stasiun-stasiun yang ditemukan jenis krustacea dan polychaeta tidak ada yang tinggi karena jumlah kehadiran jenisnya kecil. Tinggi rendahnya persentase

komposisi kelas makrobentos dipengaruhi oleh lingkungan yang mendukung dengan persediaan makanan yang cukup serta kemampuan daya adaptasi makrobentos pada kondisi substrat berlumpur saat surut maupun pasang sangat mendukung. Menurut Stieglitz *et al.* (2013), hutan mangrove surut memberikan kontribusi yang signifikan terhadap masukan biogeokimia terlarut dari garis pantai tropis. Bagian penting dari siklus biogeokimia dalam ekosistem mangrove terjadi di permukaan lantai hutan bagian bawah.



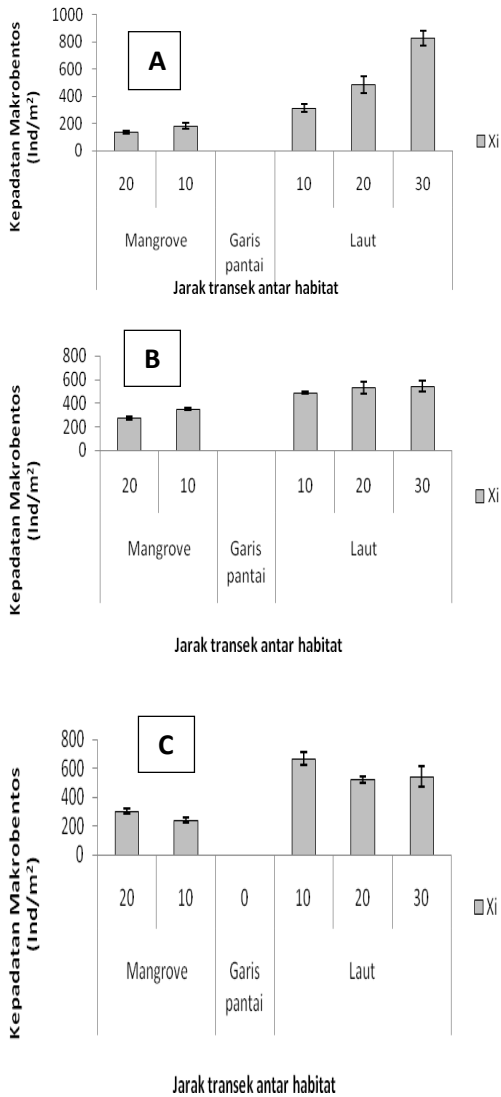
Gambar 6. Persentase komposisi kelas makrobentos pada stasiun A, B dan C di Desa Hanura, Kecamatan Padang Cermin, Propinsi Lampung

## Kepadatan Makrobentos

Kepadatan spesies makrobentos yang ditemukan pada ke tiga lokasi penelitian ditunjukkan pada Gambar 7. Nilai kepadatan tinggi terdapat pada stasiun C (Desa Hanura) dan Stasiun B (Teluk Lampung). Secara keseluruhan kisaran nilai kepadatan tinggi terdapat pada arah laut untuk ketiga stasiun penelitian. Stasiun A (Desa Sidodadi) kisaran nilai kepadatan tertinggi pada arah laut jarak 30 meter ( $829 \pm 57,80 \text{ ind/m}^2$ ) sedangkan rendah pada arah hutan mangrove jarak 20 meter ( $138 \pm 12,54 \text{ ind/m}^2$ ). Stasiun B (Teluk Lampung) kisaran nilai kepadatan tinggi pada arah laut jarak 30 meter ( $550 \pm 47,17 \text{ ind/m}^2$ ) sedangkan rendah arah hutan mangrove jarak 20 meter ( $273 \pm 14,19 \text{ ind/m}^2$ ). Sedangkan stasiun C (Desa Hanura) kisaran nilai kepadatan tinggi arah laut jarak 10 meter ( $669 \pm 43,46 \text{ ind/m}^2$ ) dan rendah arah hutan mangrove jarak 10 meter ( $239 \pm 17,47 \text{ ind/m}^2$ ).

Tinggi rendahnya kepadatan makrobentos sangat dipengaruhi oleh berbagai kondisi lingkungan di sekitarnya. Salah satu faktor yang sangat berpengaruh adalah ketersediaan makanan dan adanya oksigen terlarut yang cukup. Perubahan secara mendalam dan komposisi sedimen biasanya berhubungan dengan perubahan sejumlah faktor fisika lainnya (misalnya pergerakan air, suplai oksigen, nutrisi) (Richter & Sarnthein, 1977; Jones *et al.*, 1990). Secara keseluruhan, kekayaan jenis cenderung meningkat dari sedimen kasar, kecuali pada saat surut untuk sedimen kasar, dimana jumlah spesies yang ditemukan rendah (Jones *et al.*, 1990). Meningkatnya

kekayaan spesies sehubungan dengan peningkatan kekerasan sedimen, sehingga merupakan pola berulang dalam komunitas sedimen lunak (Jones *et al.*, 1990).



Gambar 7. Histogram kepadatan jenis ( $\text{ind/m}^2$ ) makrobentos berdasarkan jarak (meter) di stasiun A, B dan C. Tanda bar menunjukkan standar diviasi

Kepadatan jenis *Anadara ferruginea* dan *Cerithium asper* yang tinggi pada stasiun B (Teluk Lampung) dan kelimpahan jenis *Donax scortum* dan *Terebralia palustris* pada stasiun C (Desa

Hanura) berkaitan juga dengan gradien daerah pasang surut (intertidal) sebagai habitat makrobentos. Menurut Wells (1994), perbedaan tinggi rendahnya nilai kepadatan dan keanekaragaman jenis dapat disebabkan oleh perbedaan karakter substrat yang ada dalam komunitas.

### Indeks Keanekaragaman, Keseragaman dan Dominansi Makrobentos

Hasil analisis nilai indeks makrobentos stasiun A (Desa Sidodadi) dapat dilihat pada Gambar 8A. Nilai keanekaragaman ( $H'$ ) stasiun A arah laut tinggi pada jarak 10 meter ( $2,33 \pm 0,21$ ) dan rendah pada arah hutan mangrove jarak 10 meter ( $1,57 \pm 0,12$ ). Secara keseluruhan, kisaran nilai keanekaragaman pada arah hutan mangrove dan laut tergolong rendah. Sebaliknya indeks keseragaman ( $E$ ) tertinggi terdapat pada stasiun A arah laut jarak 10 meter ( $0,82 \pm 0,04$ ) dan terendah arah hutan mangrove jarak 10 meter ( $0,71 \pm 0,06$ ). Secara keseluruhan indeks keseragaman arah hutan mangrove dan laut tergolong tinggi. Sedangkan indeks dominansi ( $C$ ) menunjukkan nilai yang rendah (tidak mendekati angka 1, baik arah hutan mangrove maupun laut) pada lokasi penelitian.

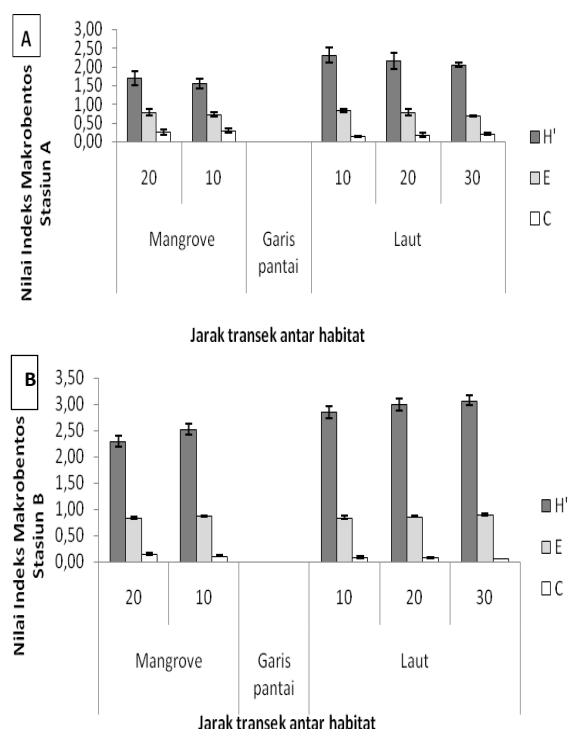
Hasil analisis nilai indeks makrobentos stasiun B (Teluk Lampung) pada hutan mangrove dan laut dapat dilihat pada Gambar 8B. Nilai keanekaragaman ( $H'$ ) pada stasiun B arah laut untuk semua jarak tinggi, jarak yang paling tertinggi 30 meter ( $3,09 \pm 0,10$ ) dan paling rendah arah mangrove jarak 20 meter ( $2,29 \pm 0,10$ ). Secara keseluruhan kisaran nilai indeks keanekaragaman pada stasiun B arah hutan mangrove

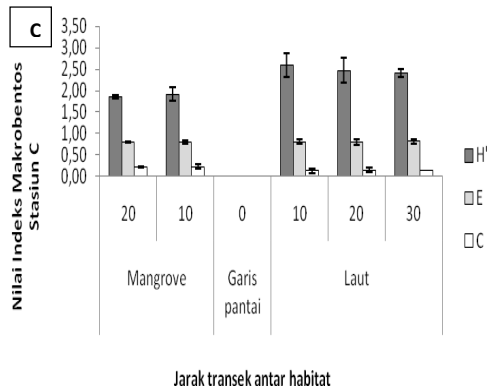
dan laut cukup tinggi. Sebaliknya indeks keseragaman (E) tertinggi terdapat di stasiun B jarak 30 meter ( $0,89 \pm 0,02$ ) dan terendah arah hutan mangrove jarak 20 meter dan laut jarak 10 meter ( $0,84 \pm 0,03$ ). Secara keseluruhan nilai indeks keseragaman stasiun B pada arah hutan mangrove dan laut tergolong tinggi jika mendekati angka 1. Sedangkan nilai indeks dominansi (C) menunjukkan nilai yang rendah (tidak mendekati 1 pada arah hutan mangrove maupun laut pada stasiun B) lokasi penelitian.

Hasil analisis nilai indeks makrobentos stasiun C dapat dilihat pada Gambar 8C. Nilai keanekaragaman ( $H'$ ) tertinggi terdapat pada stasiun C jarak 10 meter arah laut ( $2,59 \pm 0,27$ ) dan terendah arah hutan mangrove jarak 20 meter ( $1,85 \pm 0,03$ ). Secara keseluruhan, kisaran nilai keanekaragaman pada stasiun C, baik arah hutan mangrove dan laut lokasi penelitian tergolong rendah. Sebaliknya indeks keseragaman (E) tinggi pada stasiun C arah laut pada jarak 30 meter ( $0,81 \pm 0,05$ ) dan terendah arah hutan mangrove jarak 10 dan 20 meter ( $0,72 \pm 0,02$ ). Secara keseluruhan kisaran nilai keseragaman, baik arah hutan mangrove dan laut cukup tinggi jika mendekati angka 1. Sedangkan indeks dominansi (C) menunjukkan nilai yang rendah (tidak mendekati angka 1 pada arah hutan mangrove dan laut lokasi penelitian).

Kisaran nilai indeks makrobentos menunjukkan bahwa komunitas makrobentos yang ada pada ketiga lokasi penelitian berbeda menurut habitat. Nilai keseragaman makrobentos pada stasiun A, B dan C masih dikategorikan dalam keseragaman populasi yang tinggi

baik pada sedimen mangrove maupun laut. Menurut Brower *et al.* (1990), nilai indeks keseragaman lebih dari 0,6 termasuk dalam kategori keseragaman populasi tinggi. Wilhm & Doris (1968) menyatakan bahwa indeks keseragaman akan mencapai nilai maksimum jika kelimpahan individu per jenis menyebar secara merata. Berdasarkan beberapa pendapat yang dikemukakan maka secara umum komposisi hewan makrobentos arah hutan mangrove dan laut, khususnya stasiun B (Teluk Lampung) masih berada dalam kondisi yang stabil. Kestabilan spesies dalam suatu komunitas terjadi jika nilai keanekaragaman spesies tinggi, dominansi spesies rendah dan keseragaman spesies tinggi. Dedget (1976) *in* Cappenberg (1999) menyatakan bahwa pada umumnya jika nilai keseragaman mendekati 0,8 dapat dikatakan bahwa komunitas dari ekosistem tersebut mendekati suatu keadaan yang stabil, yang mengindikasikan tekanan yang rendah terhadap kestabilan komunitas (Nakaoka, 2005).





Gambar 8. Histogram nilai indeks keanekaragaman ( $H'$ ), keseragaman ( $E$ ) dan dominansi ( $C$ ) spesies makrobentos pada stasiun A, B dan C. Tanda bar menunjukkan standar diviasi

### Hubungan Parameter Fisika-Kimia Air Interstisial Pada Sedimen Mangrove dan Air Laut Terhadap Struktur Komunitas Makrobentos

Analisis regresi linier berganda parameter fisika-kimia air interstisial pada sedimen mangrove dan air laut terhadap spesies makrobentos menunjukkan hasil yang berbeda. Beberapa spesies makrobentos yang memiliki hubungan dengan parameter fisika-kimia air interstisial pada sedimen mangrove maupun air laut ditandai dengan nilai  $R^2 > 50\%$ . Uji koefisien determinan menunjukkan variasi pada spesies makrobentos *Anadara ferruginea* ( $R^2 = 57,9\%$ ) dan *Chicoreus torrefactus* ( $R^2 = 56,2\%$ ) dapat dijelaskan dengan model sedangkan sisanya sebesar 42,1% dan 43,8% dipengaruhi oleh faktor yang lain yang tidak dijelaskan oleh model. Nilai koefisien korelasi *Anadara ferruginea* (0,761) dan *Chicoreus torrefactus* (0,750) menunjukkan bahwa hubungan

fungsional antara jenis makrobentos dan parameter fisika-kimia perairan adalah 76,1% dan 75,0% berbanding lurus. Artinya semakin tinggi parameter fisika-kimia akan memiliki kecenderungan semakin tingginya spesies makrobentos, begitupun sebaliknya (Tabel 1).

Berdasarkan Tabel 2, hasil analisis menunjukkan bahwa nilai uji signifikan antara parameter fisika-kimia air interstisial pada sedimen mangrove dan air laut, diketahui bahwa parameter oksigen terlarut (DO) dan suhu memberikan pengaruh yang nyata terhadap spesies *Anadara ferruginea*, sedangkan parameters salinitas berpengaruh nyata terhadap spesies *Donax scortum* dengan nilai P-value  $< 0,05$  artinya semakin signifikan kandungan fisika-kimia air interstisial pada sedimen mangrove dan air laut akan memberikan pengaruh terhadap penyebaran makrobentos tersebut.

Spesies *Terebralia palustris*, *Cerithium asper*, *Telescopium telescopium*, *Cerithium litteratum*, *Acrostericma elongatum* dan *Calista chione* tidak berpengaruh nyata terhadap parameter fisika-kimia air interstisial pada sedimen mangrove dan air laut dengan nilai  $R^2 < 50\%$ , yang ditunjukkan juga dengan sebaran variabel bebas yang jauh dari garis normal. Hal ini disebabkan kondisi habitat yang dinamis serta tingkat toleransi spesies makrobentos yang sangat tinggi serta memiliki kemampuan adaptasi yang baik terhadap perubahan kondisi habitat.

Tabel 1. Persamaan regresi linear berganda dan koefisien determinan terhadap beberapa spesies makrobentos

Variabel Tetap	Model Regresi Linear Berganda	Nilai determinan
<i>C. torrefactus</i>	$Y = 0,674 - 0,132 X_1 + 0,693 X_2 - 0,040 X_3 + 0,209 X_4 (R^2 = 56,2\%)$	
<i>A. ferruginea</i>	$Y = 135,359 - 5,450 X_1 - 5,314 X_2 + 1,606 X_3 + 6,603 X_4 (R^2 = 57,9\%)$	

Y= variabel tetap;  $X_1$ = Suhu;  $X_2$ = pH;  $X_3$ = Salinitas;  $X_4$ = DO

Tabel 2. Analisis varian parameter fisika-kimia air interstisial pada sedimen mangrove dan airlaut terhadap spesies makrobentos berdasarkan uji F

Variabel Tetap	$R^2$	$F_{hit}$	Nvata (P-value)			
			$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$
<i>T. palustris</i>	40,5	2,208	0,186	0,241	0,529	0,269
<i>C. asper</i>	32,3	1,548	0,227	0,651	0,861	0,517
<i>T. telescopium</i>	17,7	0,701	0,902	0,574	0,243	0,864
<i>D. scortum</i>	46,0	2,834	0,283	0,423	0,035*	0,916
<i>C. torrefactus</i>	56,2*	4,174	0,690	0,554	0,878	0,618
<i>C. litteratum</i>	15,5	0,594	0,912	0,900	0,692	0,752
<i>A. elongatum</i>	14,8	0,566	0,472	0,349	0,516	0,379
<i>C. chione</i>	20,5	0,837	0,462	0,214	0,627	0,242
<i>A. ferruginea</i>	57,9*	4,466	0,025*	0,497	0,359	0,031*

## Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah :

1. Nilai indeks makrobentos untuk semua stasiun pengamatan tinggi pada arah laut. Hal ini dapat dilihat pada nilai indeks keanekaragaman ( $H'$ ) dan indeks keseragaman (E) tinggi dan Dominansi (C) rendah untuk stasiun B sedangkan nilai indeks keanekaragaman ( $H'$ ) rendah,

indeks keseragaman (E) tinggi dan indeks Dominansi (C) rendah untuk stasiun A dan C.

2. Parameter fisika-kimia (Suhu, salinitas, pH dan Oksigen terlarut) air interstisial pada sedimen mangrove dan air laut digolongkan dalam kondisi yang normal. Parameter suhu tinggi cenderung pada air laut, salinitas air interstisial pada sedimen mangrove dan air laut berbeda pada stasiun C cenderung tinggi arah mangrove, kandungan pH air laut cenderung tinggi dan kandungan oksigen terlarut (DO) air laut cukup tinggi.
3. Hasil analisis regresi parameter fisika-kimia air interstisial pada sedimen mangrove dan air laut terhadap makrobentos menunjukkan bahwa ada 2 spesies makrobentos berpengaruh nyata dengan nilai  $R^2 > 50\%$ . Hal ini dapat dilihat dari Uji determinan menunjukkan bahwa spesies makrobentos *Anadara ferruginea* dan *Chicoreus torrefactus* memiliki hubungan terhadap parameter

air interstisial pada sedimen mangrove dan air laut. Sedangkan nilai koefisien korelasi *Anadara ferruginea* dan *Chicoreus torrefactus* menunjukkan hubungan fungsional antara spesies makrobentos dan parameter fisika-kimia perairan adalah 76,1% dan 75,0% berbanding lurus. Hasil analisis varian parameter fisika-kimia air interstisial pada sedimen mangrove dan air laut terhadap makrobentos menunjukkan bahwa oksigen terlarut (DO) dan suhu sangat berpengaruh nyata terhadap spesies *Anadara ferruginea* dan *Chicoreus torrefactus*.

### Saran

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari penelitian, maka dapat disarankan perlu adanya perhatian dalam pemanfaatan sumberdaya alam pesisir yang tersebar pada daerah intertidal, harus dikelola dengan bijaksana agar supaya tidak menimbulkan gangguan yang berdampak pada kerusakan. Oleh sebab itu perlu adanya sistem pengelolaan yang memperhatikan daya dukung dan kelestarian lingkungan perairan, karena hal tersebut saling berhubungan dan menentukan kelangsungan hidup semua biota yang ada di perairan, terlebih khusus makrobentos sebagai sumberdaya laut yang sangat rentan terhadap perubahan lingkungan perairan yang perlu dijaga populasinya.

### DAFTAR PUSTAKA

- Brower, J.E., Zar J.H., Ende C.N. 1990. *Field and Laboratory Methods for General Ecology*. Edisi Ketiga. United States of Amerika: William C. Brown Publishers.
- Cappenberg, H.A.W., Panggabean M.G.L. 2005. Moluska di Perairan Terumbu Gugus Pulau Pari, Kepulauan Seribu, Teluk Jakarta. *J Oseanologi dan Limnologi*. 37:69-80.
- Dance, S.P. 1977. *The Encyclopedia of Shells*, 2<sup>nd</sup> Second Edition. London (GB): Published by Blanford Pr Limited.
- Dahuri, R. 2003. Keanekaragaman Hayati Laut: Aset Pembangunan Berkelanjutan Indonesia. Jakarta (ID): PT Gramedia Pustaka Utama (Anggota IKAPI).
- Gosner, K.L. 1971. *Guide to Identification of Marine and Estuarine Invertebrates*. Cape Hatteras to The Bay of Fundy. New York, London, Sydney, Toronto: Wiley-Interscience, John Wiley & Sons, Ltd.
- Hansson, G.H., Afzelius, Av. S. 1974. *Bildkompendium Marina Avertebrate Marine Biologi*, For Fakultas Pa Tjarno.
- Jones, G.P., Ferrell, D.J., Sale, P.F. 1990. Spatial pattern in the Abundance and Structure of Mollusc Populations in the Soft Sediments of a Coral reef Lagoon. *Journal Marine Ecology Progress Series* Vol. 62:109-120, 1990.

- Krebs, C.J. 1989. Ecological Methodology. Harper and Row. New York.
- Kustanti, A. 2011. Manajemen Hutan Mangrove. PT. Penerbit IPB Press, Kampus IPB Taman Kencana Bogor. Hal 31. ISBN: 978-979-493-341-1.
- Kordi, H.G.M. 2012. Ekosistem Mangrove: Potensi, Fungsi dan Pengelolaan. Jakarta (ID): Penerbit PT. Rineka Cipt.
- Marchand, C., Lallier-Verges, E., Baltzer, F. 2003. The composition of sedimentary organic matter in relation to the dynamic features of a mangrove-fringed coast in French Guiana, Estuarine, Coastal and Shelf Science 56, 119-130.
- Nazir, M. 2005. Metode Penelitian. Penerbit Ghalia Indonesia Anggota IKAPI. Bogor. ISBN: 979-450-174-5.
- Nakaoka, M. 2005. Plant-Animals Interaction in Seagrass Beds: Ongoing and Future Challenges for Understanding Population and Community Dynamics [review]. Society of Population Ecology and Springer-Verlag. 47:167-177.
- Nybakken, J.W. 1993. Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologis. Eidman, Koesoebiono, DG. Bengen, M. Hutomo dan S. Sukarjo, penerjemah. Jakarta (ID): PT. Gramedia. hlm 459.
- Odum, P.E. 1971. *Fundamentals of Ecology*. 3rd Edition. Philadelphia: Saunders Company.
- Prasetyo, Y., Saraswati, R., Sukanta, D. 2000. Persebaran Bentos dari Jenis Periglypta di Perairan Teluk Jakarta. Di dalam Ekosistem Pantai Indonesia; Depok: Departemen Kelautan RI dan Jurusan Geografi UI. Hlm 17-33.
- Rachmawani, D. 2007. Kajian Pengelolaan Ekosistem Mangrove Secara Berkelanjutan Kota Tarakan Kalimantan Timur (Studi Kasus Desa Binalatung Kecamatan Tarakan Timur) [tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Ritvo, G., Avnimelech Y., Kochba, M. 2003. Empirical Relationship Between Conventionally Determined pH and in Situ Values in Waterlogged Soils. Israel: *J Technion of Aquacultural Engineering*. 27:1-8.
- Stieglitz, C.T., Clark, F.J., Hancock, J.G. 2013. The Mangrove Pump: The Tidal Flushing of Animal Burrows in a Tropical Mangrove Forest Determined From Radionuclide Budgets. *Geochimica et Cosmochimica Acta*. Ed khusus 102:12-22.
- Tallmark, B. 1980. Population Dynamics of *Nassarius reticulatus* (Gastropoda, Prosobranchia) in Gullmar Fjord. Sweden: *J Marine Ecology*. 3:51-62.
- Tis'in, M. 2008. Tipologi mangrove dan keterkaitannya dengan populasi Gastropoda Littorina neritoides di Kepulauan Tanakeke, Kabupaten Takalar Sulawesi Selatan. Tesis. Sekolah Pascasarjana IPB.



- Wang, W.Q., Wang, M and Lin, P. 2003. Seasonal Changes in Element Content in Mangrove Retranslocation During Leaf Senescence. *Plant and Soil* 252 : 187-193.
- Walpole, E.R. 1993. Pengantar Statistika. Jakarta (ID): PT. Gramedia Pustaka Utama. Ed ke-3.
- Wells, F.E. 1994. The Invertebrate Community of Subtidal Sand Habitats at Cape d'Aguilar Hongkong, With an Emphasis tillwater, OK. Ed khusus 18:477-81.
- on Molluscs. Morton, B (ed) *Proceeding of Third International Workshop on the Malacofauna of Hongkong and Southern China*. Hongkong: Hongkong University Pr. hlm 467-477.
- Wilhm, J.L., Doris, T.C. 1968. Biological Parameter for Water Quality Criteria. BioScience. Department of Zoology and Reservoir Research Center, Oklahoma State University, S

